

DECODING METHOD OF DATA AND DISK DEVICE USING IT

Patent number: JP2004164767
Publication date: 2004-06-10
Inventor: ESUMI ATSUSHI
Applicant: SYSTEM LSI KK
Classification:
- **international:** G11B20/18; G11B20/10; H03M13/19; H03M13/39
- **european:**
Application number: JP20020330929 20021114
Priority number(s):

Abstract of JP2004164767

PROBLEM TO BE SOLVED: To solve such a problem that as the output in a hard value is performed in a viterbi detector used for a conventional disk device, such information given by a software value that the possibility of 0 is larger or the possibility of 1 is larger is lost, and the deterioration of decoding performance is caused.

SOLUTION: The output of a software value of a software output detector 320 is error-corrected by a LDPC decoder 322 with redundant bits in a LDPC code, the output of the LDPC decoder 322 is decoded a plurality of times repeatedly by the LDPC decoder 322 and a simplified software output detector 325. Decoding processing can be performed a plurality of times repeatedly between the LDPC decoder 322 and a simplified software output detector 325 in a period in which the next data is read in the software output detector 320.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Patent Abstracts of Japan

Family list

1 family member for:

JP2004164767

Derived from 1 application.

[Back to JP2004164](#)

1 DECODING METHOD OF DATA AND DISK DEVICE USING IT

Publication info: **JP2004164767 A** - 2004-06-10

Data supplied from the *esp@cenet* database - Patent Abstracts of Japan

THOMSON
★
DELPHION

No active tr.

RESEARCH

PRODUCTS

INSIDE DELPHION

My Account

Search: Quick/Number Boolean Advanced Derwei

The Delphion Integrated View

Get Now: ☒ PDF | [More choices...](#)

Tools: Add to Work File: [Create new Wor](#)

View: [INPADOC](#) | Jump to: [Top](#)

[Email](#)

🔍 Title: **JP2004164767A2: DECODING METHOD OF DATA AND DISK DEVI**

🌐 Country: **JP Japan**

🔍 Kind: **A2 Document Laid open to Public inspection i**

🔍 Inventor: **ESUMI ATSUSHI;**

🔍 Assignee: **SYSTEM LSI KK**
[News, Profiles, Stocks and More about this company](#)

🔍 Published / Filed: **2004-06-10 / 2002-11-14**

🔍 Application Number: **JP2002000330929**

🔍 IPC Code: **G11B 20/18; G11B 20/10; H03M 13/19; H03M 13/39;**

🔍 Priority Number: **2002-11-14 JP2002000330929**

🔍 Abstract: **PROBLEM TO BE SOLVED:** To solve such a problem that as the output in a hard value is performed in a viterbi detector used for a conventional disk device, such information given by a software value that the possibility of 0 is larger or the possibility of 1 is larger is lost, and the deterioration of decoding performance is caused.

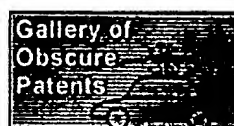
SOLUTION: The output of a software value of a software output detector 320 is error-corrected by a LDPC decoder 322 with redundant bits in a LDPC code, the output of the LDPC decoder 322 is decoded a plurality of times repeatedly by the LDPC decoder 322 and a simplified software output detector 325. Decoding processing can be performed a plurality of times repeatedly between the LDPC decoder 322 and a simplified software output detector 325 in a period in which the next data is read in the software output detector 320.

COPYRIGHT: (C)2004,JPO

🔍 Family: **None**

🔍 Other Abstract **None**

Info:



[Nominate](#)



[this for the Gallery...](#)

Copyright © 1997-2004
The Thomson Corporation

[Subscriptions](#) | [Web Seminars](#) | [Privacy](#) | [Terms & Conditions](#) | [Site Map](#) | [Contact U](#)

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-164767

(P2004-164767A)

(43) 公開日 平成16年6月10日(2004.6.10)

(51) Int. Cl.⁷

F I

テーマコード (参考)

G 1 1 B 20/18

G 1 1 B 20/18 5 3 4 Z

5 D 0 4 4

G 1 1 B 20/10

G 1 1 B 20/18 5 1 2 D

5 J 0 6 5

H 0 3 M 13/19

G 1 1 B 20/18 5 3 6 B

H 0 3 M 13/39

G 1 1 B 20/18 5 7 0 F

G 1 1 B 20/18 5 7 2 B

審査請求 有 請求項の数 12 O L (全 23 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願2002-330929 (P2002-330929)

(22) 出願日

平成14年11月14日 (2002.11.14)

(71) 出願人 301016159

システムエルエスアイ株式会社

愛媛県松山市久米窪田町337番地1

(74) 代理人 100091605

弁理士 岡田 敬

(72) 発明者 江角 淳

愛媛県松山市久米窪田町337番地1 シ

ステムエルエスアイ株式会社内

Fターム(参考) 5D044 BC01 CC05 DE69 GK12 GL02

GL32

5J065 AC03 AD10 AD11 AE06 AF02

AG06 AH03 AH07 AH17 AH23

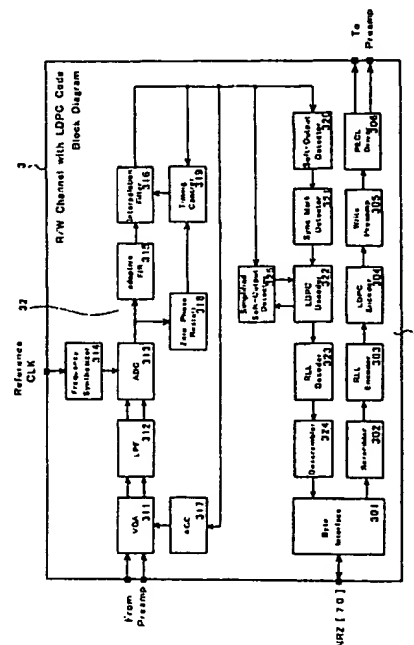
(54) 【発明の名称】 データの復号方法およびそれを用いたディスク装置

(57) 【要約】

【課題】従来のディスク装置で用いるビタビディテクタではハード値での出力を行うので、0である可能性が大きいか、1である可能性が大きいのかというソフト値が有する情報が失われており、復号性能の劣化を招いている。

【解決手段】本発明では、ソフト出力ディテクタ320のソフト値の出力をLDPCデコーダ322でLDPC符号による冗長ビットにより誤り訂正を行い、LDPCデコーダ322の出力をLDPCデコーダ322とシンプリファイドソフト出力ディテクタ325で複数回繰り返し復号して誤り訂正を行うことを特徴とする。ソフト出力ディテクタ320に次のデータが読み込まれる期間に前記LDPCデコーダ322とシンプリファイドソフト出力ディテクタ325間で複数回繰り返し復号処理が行える。

【選択図】 図5



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

記録担体にデータに LDPC 符号による冗長ビットを付加したデータを記録し、前記記録担体からの再生時にまず符号間干渉を除去して記録された前記データに戻し、前記 LDPC 符号による冗長ビットにより誤り訂正を行って前記データに復号化を複数回繰り返すことを特徴とするデータの復号方法。

【請求項 2】

前記データの符号間干渉の除去はシリアル処理し、次のデータが読み込まれる間に前記データは複数回パラレル処理をして復号化することを特徴とする請求項 1 に記載のデータの復号方法。

10

【請求項 3】

前記データは 1 セクタのデータと LDPC 符号による冗長ビットで構成されることを特徴とする請求項 1 に記載のデータの復号方法。

【請求項 4】

記録担体にデータに LDPC 符号による冗長ビットを付加したデータを記録し、前記記録担体からの読み出した等化波形サンプルをソフト出力ディテクタで符号間干渉を除去して記録された前記データに戻し、前記ソフト出力ディテクタのソフト値の出力を LDPC デコーダで前記 LDPC 符号による冗長ビットにより誤り訂正を行い、前記 LDPC デコーダの出力を前記 LDPC デコーダとシンプリファイドソフト出力ディテクタで複数回繰り返して復号して誤り訂正を行うことを特徴とするデータの復号方法。

20

【請求項 5】

前記ソフト出力ディテクタでのデータの符号間干渉の除去はシリアル処理し、次のデータが前記ソフト出力ディテクタに読み込まれる期間に前記データを前記 LDPC デコーダおよび前記シンプリファイドソフト出力ディテクタ間で複数回復号処理をパラレルに行うことを特徴とする請求項 4 に記載のデータの復号方法。

【請求項 6】

前記シンプリファイドソフト出力ディテクタでは前記 LDPC デコーダの出力より等化波形サンプルの予測値を演算し、該予測値と実際の前記等化波形サンプルを用いて信頼度情報を演算して誤り訂正を行うことを特徴とする請求項 4 に記載のデータの復号方法。

【請求項 7】

30

前記シンプリファイドソフト出力ディテクタは DAE で構成されることを特徴とする請求項 6 に記載のデータの復号方法。

【請求項 8】

前記データは 1 セクタのデータと LDPC 符号による冗長ビットで構成されることを特徴とする請求項 4 に記載のデータの復号方法。

【請求項 9】

前記データは 1 セクタのデータを複数に分割したブロックと LDPC 符号による冗長ビットで構成されることを特徴とする請求項 4 に記載のデータの復号方法。

【請求項 10】

前記 LDPC デコーダの前後にインタリーバおよびデインタリーバを設け、ビットエラーを各ブロックに分散することを特徴とする請求項 9 に記載のデータの復号方法。

40

【請求項 11】

記録担体にデータの書き込みおよび読み出しを行うリード/ライトチャネルを備えたディスク装置において、
前記データに LDPC 符号による冗長ビットを付加したデータを記録するライトチャネルと、

前記記録担体からの読み出した等化波形サンプルをソフト出力ディテクタで符号間干渉を除去して記録された前記データに戻し、前記ソフト出力ディテクタのソフト値の出力を LDPC デコーダで前記 LDPC 符号による冗長ビットにより誤り訂正を行い、前記 LDPC デコーダの出力を前記 LDPC デコーダとシンプリファイドソフト出力ディテクタで複

50

数回繰り返し復号して誤り訂正を行うリードチャネルとで構成されることを特徴とするディスク装置。

【請求項12】

前記リード／ライトチャネルを1つの集積回路に形成することを特徴とする請求項11に記載のディスク装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、データの復号方法およびそれを用いたディスク装置、特に読み出し時のエラーの少ないデータの復号方法およびそれを用いたディスク装置に関するものである。

10

【0002】

【従来の技術】

一般に、磁気ディスク装置に代表される記録再生装置では、記録媒体（記録担体）から再生されたデータに含まれる誤り訂正及び検出を可能にするため、データに誤り訂正符号（ECCと称する）と呼ばれる冗長データが付加される。ECCとしてリードソロモン（RS）符号を利用して誤り訂正を行う場合、（冗長シンボル数／2）個までの誤りを訂正できる。

【0003】

しかし、磁気ディスク装置の記録密度は年率1.6倍で上昇を続け、50（Gb/in²）に達している。記録密度の上昇に伴い、記録された符号間の干渉が大きくなり、復号特性が劣化する。この復号特性の劣化を克服する方式として符号間干渉による部分応答を利用した最尤復号（PRML：Partial Response Maximum Likelihood）方式が一般的に用いられている。PRMLは、ビタビ復号を用いて再生信号の部分応答の尤度を最大にする信号系列を求める方式である。

20

【0004】

一方、磁気記録に用いる記録符号を改善することにより性能向上を図る試みも数多くなされている。例えば、MTR（Maximum Transition Run）符号は、再生時の磁化反転の最大連続数を制限することによって、ビタビ復号における支配的な復号誤りを生ずる記号パターンを除いた符号語を構成し、符号語間のユークリッド距離を拡大することができる。

30

【0005】

一般的に復号性能を高めるためには、以下の方法が考えられる。

▲1▼最大事後確率（Maximum a Posteriori Probability；MAP）復号を行う。

▲2▼符号長を長くする（符号長とは、符号化を行う単位のこと）。

しかし、MAP復号は非常に計算量が多く実現が困難である。また、通常の符号では、符号長を長くすると復号における計算量が指数関数的に増大するので、現実的ではない。

【0006】

図1は現在の磁気ディスク装置の構成を示すブロック図である。

【0007】

図1の磁気ディスク装置は、大きく分けて、ハードディスクコントローラ（HDC）1、CPU2、R/W（リード／ライト）チャネル3、VCM／SPM制御部4、及びディスクエンクロージャ（DE）5からなる。一般に、HDC1、CPU2、R/Wチャネル3、及びVCM／SPM制御部4は同一の基板上に構成される。

40

【0008】

HDC1は、当該HDC1全体を制御する主制御部11、データフォーマット制御部12、ECC（誤り訂正符号）制御部13、及びバッファRAM14を有する。HDC1は、インタフェース部を介してホスト（ホストシステム）と接続されるとともにR/Wチャネル3と接続されており、主制御部11の制御により、ホストと磁気ディスク装置間のデータ転送を行う。このHDC1には、R/Wチャネル3で生成されるリードリファレンス

50

ロック (R R C K) が入力される。

【0009】

データフォーマット制御部12は、ホストから転送されたデータをディスク媒体 (磁気ディスク) 50上に記録するのに適したフォーマットに変換し、逆に、ディスク媒体50から再生されたデータをホストに転送するのに適したフォーマットに変換する。

【0010】

ECC制御部13は、ディスク媒体50から再生されたデータに含まれる誤りの訂正及び検出を可能にするために、記録するデータ (情報シンボル) に冗長データ (冗長シンボル) を付加する。またECC制御部13は、再生されたデータに誤りが生じているかを判断し、誤りがある場合には訂正或いは検出を行う。但し、誤りが訂正できるバイト数 (シンボル数) は有限であり、冗長データの長さに関係する。即ち、多くの冗長データを付加するとフォーマット効率が悪化するため、誤り訂正可能シンボル数とはトレードオフとなる。

10

【0011】

バッファRAM14は、ホストから転送されたデータを一時的に保存し、適切なタイミングでR/Wチャネル3に転送する。逆に、R/Wチャネル3から転送されたリードデータを一時的に保存し、ECC復号処理などの終了後、適切なタイミングでホストに転送する。

【0012】

CPU2は、HDC1、R/Wチャネル3、VCM/SPM制御部4、及びDE5と接続される。CPU2は、FROM (フラッシュROM) 21、及びRAM22を有する。FROM21には、CPU2の動作プログラムが保存されている。

20

【0013】

R/Wチャネル3はHDC1と接続され、HDC1との間で記録するデータ及び再生されたデータの転送を行う。また、R/Wチャネル3はDE5と接続され、記録信号の送信、再生信号の受信を行う。R/Wチャネル3は、記録系 (ライトチャネル) 31と再生系 (リードチャネル) 32とに大別される。また、R/Wチャネル3は、図示していないがSYNC検出部も有する。

【0014】

R/Wチャネル3の記録系31には、スクランブラ、RLI (Run Length Limited) エンコーダ、データジェネレータ、ライトプリコンベ、ライトドライバなどが含まれる。HDC1から転送されてきたデータは、スクランブラ、RLIエンコーダにより記録に適した系列に変換される。データジェネレータは、データの先頭に付加されるプリアンブルやSYNCのデータを生成する。そして、ライトプリコンベによりNLT S (Non-Linear Transition Shift) の前補償が行われた後、ライトドライバにより生成された記録信号をDE5に供給する。

30

【0015】

一方、R/Wチャネル3の再生系32は、可変利得増幅器 (VGA)、自動利得制御 (AGC)、低域通過フィルタ (LPF)、ディジタル/アナログ変換器 (ADC)、等化器、Viterbi (ビタビ) デテクタ、RLIデコーダ、デスクランブラなどから構成される。DE5から転送されてきた再生信号は、まず、VGAおよびAGCによりゲイン調整が行われた後、LPFで高周波雑音が除去され、ADCによりディジタルデータに変換される。次に、等化器によりパーシャルレスポンスのクラスに合わせた等化が行われる。最後に、Viterbiデテクタにより最尤復号が行われ、SYNC検出器によりデータの先頭を検出した後、RLIデコーダ、デスクランブラにより生成されたデータをHDC1に転送する。

40

【0016】

VCM/SPM制御部4は、ボイスコイルモータ (VCM) 52と、スピンドルモータ (SPM) 53を制御する。

【0017】

50

D E 5 は、R / W チャネル 3 と接続され、記録信号の受信、再生信号の送信を行う。また D E 5 は、V C M / S P M 制御部 4 と接続されている。D E 5 は、ディスク媒体 5 0、ヘッド 5 1、V C M 5 2、S P M 5 3、及びフリアンフ 5 4 等を有している。図では、ディスク媒体 5 0 が 1 枚であり、且つヘッド 5 1 がディスク媒体 5 0 の一方の面側のみに配置されている場合を想定しているが、複数のディスク媒体 5 0 が積層配置された構成であっても構わない。またヘッド 5 1 はディスク媒体 5 0 の各面に対応して設けられるのが一般的である。

【0018】

R / W チャネル 3 により送信された記録信号は、D E 5 内のフリアンフ 5 4 を経由してヘッド 5 1 に供給され、当該ヘッド 5 1 によりディスク媒体 5 0 に記録される。逆に、ヘッド 5 1 によりディスク媒体 5 0 から再生された信号は、フリアンフ 5 4 を経由して R / W

10

チャネル 3 に送信される。

【0019】

D E 5 内の V C M 5 2 は、ヘッド 5 1 をディスク媒体 5 0 上の目標位置に位置決めするために、ヘッド 5 1 を当該ディスク媒体 5 0 の半径方向に移動させる。また、S P M 5 3 は、ディスク媒体 5 0 を回転させる。

【0020】

図 1 0 に現在のハードディスク用の R / W チャネルのブロック図を示す。この R / W チャネルは図 1 の R / W (リード / ライト) チャネル 3 と対応している。また、図 1 0 はライトチャネル (Write Channel) 3 1 とリードチャネル (Read Chan

20

nel) 3 2 の基本構成のみを示しており、実際に設けた各種の波形歪補償回路、サーボ回路などは省略している。

【0021】

ライトチャネル 3 1 はスクランブラ (Scrambler)、R L L (Run Length Limited) エンコーダ、ライトプリコン (Write Precompensation)、P E C L ドライバなどが含まれる。

【0022】

バイトインターフェースではハードディスクコントローラ (H D C) から転送されたデータが入力データに処理される。メディア上に書き込むデータは 1 セクタ単位で H D C から入力される。このとき 1 セクタ分のユーザデータ (5 1 2 バイト) だけでなく、H D C に

30

よって付加された E C C バイトも同時に入力される。データバスは通常 1 バイト (8 ビット) であり、バイトインターフェースにより入力データとして処理される。

【0023】

スクランブラはライトデータをランダムな系列に変換する。同じパターンのデータの繰り返しは、リード時における V i t e r b i (ビタビ) ディテクタの検出性能に悪影響を与え、エラーレートを悪化させるのを防ぐためである。

【0024】

R L L エンコーダは 0 の最大連続長を制限するためのものである。0 の最大連続長を制限することによりリード時のタイミングコントロール、A G C などに適したデータ系列にする。

40

【0025】

ライトプリコンはメディア上の磁化転移の連続による非線形歪を補償する回路である。ライトデータから補償に必要なパターンを検出し、正しい位置で磁気転移が生ずるようにライト電流波形を予め調整をする。

【0026】

P E C L ドライバは擬似 E C L レベルに対応した信号を出力するドライバである。P E C L ドライバからの出力はフリアンフを通してヘッドに送られ、ライトデータがメディア上に記録される。

【0027】

リードチャネル 3 2 は可変利得増幅器 (V G A)、ローパスフィルタ (L P F)、自動利

50

得制御 (AGC)、ディジタル／アナログ変換器 (ADC)、周波数シンセサイザ、ゼロ相リスタート (Zero Phase Restart)、アダプティブ FIR フィルタ (Adaptive FIR Filter)、補間フィルタ (Interpolation Filter)、タイミングコントロール (Timing Control)、Viterbi (ビタビ) デテクタ、同期信号検出器 (Sync Mark Detector)、RLD デコーダ、デスクランブラ (Descrambler) とから構成されている。

【0028】

VGA 及び AGC によりリード波形の振幅の調整を行う。AGC は理想的な振幅と実際の振幅を比較し、AGC に設定すべきゲインを決定する。

10

【0029】

ADC、ゼロ相リスタート、タイミングコントロール及び補間フィルタの構成は固定クロックで AD 変換を行う場合、すなわち AD 変換により非同期サンプルを得る場合のものである。このとき、非同期サンプルから同期サンプルを得る必要があり、これら 3 つのブロックがその役割を担う。ゼロ相リスタートは初期位相を決定するためのブロックで、できるだけ早く同期サンプルを得るために用いられる。初期位相を決定した後は、タイミングコントロールで理想的なサンプル値と実際のサンプル値を比較し、位相のずれを検出する。これを用いて補間フィルタのパラメータを決定することにより、同期サンプルを得ることができる。この構成の他に、AD 変換により直接同期サンプルを得る構成も存在する。

20

【0030】

周波数シンセサイザは ADC のサンプリング用クロックを生成する。

【0031】

LPF はカットオフ周波数とブースト量を調整することができる。高周波ノイズの低減と Partial Response 波形への等化の一部を担う。

【0032】

LPF で Partial Response 波形への等化を行うが、ヘッドの浮上量変動、媒体の不均一性、モータの回転変動などの多くの要因により、アナログの LPF による完全な等化は難しいので、よりフレキシビリティに富んだディジタル FIR フィルタを用いて、再度 Partial Response 波形への等化を行う。更に FIR のタップ係数を適応的 (Adaptive) に調整する機能も有する。

30

【0033】

ビタビデテクタは Partial Response 波形に等化されたデータ系列から RLL 符号化データ系列を復元する。ビタビデテクタは Maximum Likelihood 検出を行うため、入力信号パターンの発生確率に偏りがなければ、ビットエラーレート (Bit Error Rate) を最小にすることができる。

【0034】

同期信号検出器はデータの先頭に付加された同期信号 (Sync Mark) を検出し、データの先頭位置を認識する役割を有する。

【0035】

RLD デコーダはライトチャネル 31 の RLL エンコーダの逆操作を行い、元のデータ系列に戻す。

40

【0036】

デスクランブラはライトチャネル 31 のスクランブラの逆操作を行い、元のデータ系列に戻す。ここで生成されたデータは HDC に転送される。

【0037】

【特許文献 1】

特開 2001-184806 号公報 (第 5～6 頁、図 1 参照)

【0038】

【発明が解決しようとする課題】

50

以上に述べた現行の磁気ディスク装置では復号性能が十分でなく、簡単な構成で復号性能を向上する復号方式が求められている。

【0039】

また、ビタビディテクタではハード値での出力を行う。ハード値はソフト値を硬判定したものである。ビタビディテクタの出力はソフト出力ディテクタの出力を硬判定したものに等しい。例えば、ソフト出力ディテクタの出力が(0.71, 0.18, 0.45, 0.45, 0.9)であった場合、ビタビディテクタの出力は(1, 0, 0, 0, 1)である。ソフト値は0である可能性が大きい、1である可能性が大きいを数値で表している。例えば、1番目の0.71は1である可能性が大きいことを示しており、4番目の0.45は0である可能性が大きい、1である可能性も小さくはないことを意味する。これに対しハード値は、0であるか、1であるかのみを表しており、どちらの可能性が高いかという情報が失われている。このためハード値をLDP Cデコーダへの入力に用いると復号性能の劣化を導く。

10

【0040】

【課題を解決するための手段】

本発明は、記録担体にデータにLDP C符号による冗長ビットを付加したデータを記録し、前記記録担体からの再生時にまず符号間干渉を除去して記録された前記データに戻し、前記LDP C符号による冗長ビットにより誤り訂正を行って前記データに復号化を複数回繰り返すことを特徴とする。LDP C符号を用いて複数回の復号処理を行うことで復号性能の高いデータの復号化方法を提供する。

20

【0041】

また、本発明は、前記データの符号間干渉の除去はシリアル処理し、次のデータが読み込まれる間に前記データは複数回パラレル処理をして復号化することとを特徴とする。複数回の復号処理をパラレル処理することによりリードディレイタイムを大幅に短縮する。

【0042】

更に、本発明は、記録担体にデータにLDP C符号による冗長ビットを付加したデータを記録し、前記記録担体からの読み出した等化波形サンプルをソフト出力ディテクタで符号間干渉を除去して記録された前記データに戻し、前記ソフト出力ディテクタのソフト値の出力をLDP Cデコーダで前記LDP C符号による冗長ビットにより誤り訂正を行い、前記LDP Cデコーダの出力を前記LDP Cデコーダとシンプリファイドソフト出力ディテクタで複数回繰り返して復号して誤り訂正を行うことを特徴とする。ソフト出力ディテクタに次のデータが読み込まれる期間に前記LDP Cデコーダとシンプリファイドソフト出力ディテクタ間で複数回繰り返して復号処理が行える。

30

【0043】

更に、本発明は、前記ソフト出力ディテクタでのデータの符号間干渉の除去はシリアル処理し、次のデータが前記ソフト出力ディテクタに読み込まれる期間に前記データを前記LDP Cデコーダおよび前記シンプリファイドソフト出力ディテクタ間で複数回復号処理を前記データをパラレルに行うことを特徴とする。

【0044】

更に、本発明は、前記シンプリファイドソフト出力ディテクタでは前記LDP Cデコーダの出力より等化波形サンプルの予測値を演算し、該予測値と実際の前記等化波形サンプルを用いて信頼度情報を演算して誤り訂正を行うことを特徴とする。

40

【0045】

更に、本発明は、前記シンプリファイドソフト出力ディテクタはDAEで構成されることを特徴とする。

【0046】

更に、本発明は、前記データは1セクタのデータとLDP C符号による冗長ビットで構成されることを特徴とする。

【0047】

更に、本発明は、前記データは1セクタのデータを複数に分割したブロックとLDP C符

50

号による冗長ビットで構成されることを特徴とする。

【0048】

更に、本発明は、前記LDPCデコーダの前後にインタリーバおよびデインタリーバを設け、ビットエラーを各ブロックに分散することを特徴とする。

【0049】

更に、本発明は、記録担体にデータの書き込みおよび読み出しを行うリード/ライトチャネルを備えたディスク装置において、前記データにLDPC符号による冗長ビットを付加したデータを記録するライトチャネルと、前記記録担体からの読み出した等化波形サンプルをソフト出力ディテクタで符号間干渉を除去して記録された前記データに戻し、前記ソフト出力ディテクタのソフト値の出力をLDPCデコーダで前記LDPC符号による冗長ビットにより誤り訂正を行い、前記LDPCデコーダの出力を前記LDPCデコーダとシンプリファイドソフト出力ディテクタで複数回繰り返し復号して誤り訂正を行うリードチャネルとで構成されることを特徴とする。

【0050】

更に、本発明は、前記リード/ライトチャネルを1チップの集積回路に形成することを特徴とする。

【0051】

【発明の実施の形態】

本発明では、LDPC (Low Density Parity Check Code) 符号はシャノン限界に近い復号性能を実現できることから、磁気記録の有望な復号方式として検討が進められている点に着目してLDPC符号を信号処理に用いる。

【0052】

LDPC符号は誤り訂正符号の一種である。誤り訂正符号は、符号化の際、データに対し冗長ビットを付加する。復号時には、この冗長ビットを用いて誤りの訂正を行う。LDPC符号も、符号化により冗長ビットが付加される。ディスクに書き込むのは、データと付加された冗長である。読み出しの際にも元のデータと冗長を読み出すが、誤りが発生していることがある。冗長を用いることにより、ある程度までこの誤りを訂正することができ

【0053】

本発明の第1の実施の形態

本発明を適用するディスク装置は図1に示したものと同一構成である。上述したLDPC符号はR/Wチャネルで符号化あるいは復号化される。

【0054】

図2に本発明によるLDPC符号を用いたハードディスク用のR/Wチャネルのブロック図を示す。

【0055】

ライトチャネル31はスクランブラ(Scrambler)302、RLI(Run Length Limited)エンコーダ303、LDPCエンコーダ304、ライトプリコン(Write Precompensation)305、PECLドライバ306などが含まれる。

【0056】

バイトインターフェース301ではハードディスクコントローラ(HDC)から転送されたデータが入力データに処理される。メディア上に書き込むデータは1セクタ単位でHDCから入力される。このとき1セクタ分のユーザデータ(512バイト)だけでなく、HDCによって付加されたECCバイトも同時に入力される。データバスは通常1バイト(8ビット)であり、バイトインターフェース301により入力データとして処理される。

【0057】

スクランブラ302はライトデータをランダムな系列に変換する。同じパターンのデータの繰り返しは、リード時に於ける検出性能に悪影響を与え、エラーレートを悪化させるのを防ぐためである。

10

20

30

40

50

【0058】

RLLエンコーダ303は0の最大連続長を制限するためのものである。0の最大連続長を制限することによりリード時のタイミングコントロール319、AGC317などに適したデータ系列にする。

【0059】

LDPエンコーダ304はデータ系列にLDP符号の冗長ビットを付加したLDP符号化したデータ系列に符号化する役割を有する。

【0060】

ライトフリコン305はメディア上の磁化転移の連続による非線形歪を補償する回路である。ライトデータから補償に必要なパターンを検出し、正しい位置で磁気転移が生ずるようライト電流波形を予め調整をする。

【0061】

PECLドライバ306は擬似ECLレベルに対応した信号を出力するドライバである。PECLドライバ306からの出力はアンプを通してヘッドに送られ、ライトデータがメディア上に記録される。

【0062】

リードチャネル32は可変利得増幅器(VGA)311、ローパスフィルタ(LPF)312、自動利得制御(AGC)317、ディジタル/アナログ変換器(ADC)313、周波数シンセサイザ314、ゼロ相リスタート(Zero Phase Restart)318、アダプティブFIRフィルタ(Adaptive FIR Filter)315、補間フィルタ(Interpolation Filter)316、タイミングコントロール(Timing Control)319、ソフト出力ディテクタ(Soft-Output Detector)320、LDPデコーダ322、同期信号検出器(Sync Mark Detector)321、RLLデコーダ323、デスクランブラ(Descrambler)324とから構成されている。

【0063】

VGA311及びAGC317によりリード波形の振幅の調整を行う。AGC317は理想的な振幅と実際の振幅を比較し、VGA311に設定すべきゲインを決定する。

【0064】

ADC313、ゼロ相リスタート318、タイミングコントロール319及び補間フィルタ316の構成は固定クロックでAD変換を行う場合、すなわちAD変換により非同期サンプルを得る場合のものである。このとき、非同期サンプルから同期サンプルを得る必要があり、これらのブロックがその役割を担う。ゼロ相リスタート318は初期位相を決定するためのブロックで、できるだけ早く同期サンプルを得るために用いられる。初期位相を決定した後は、タイミングコントロール319で理想的なサンプル値と実際のサンプル値を比較し、位相のずれを検出する。これを用いて補間フィルタ316のパラメータを決定することにより、同期サンプルを得ることが出来る。この構成の他に、AD変換により直接同期サンプルを得る構成も存在する。

【0065】

周波数シンセサイザ314はADC313のサンプリング用クロックを生成する。

【0066】

LPF312はカットオフ周波数とアースト量を調整することができる。高周波ノイズの低減とPartial Response波形への等化の一部を担う。

【0067】

LPF312でPartial Response波形への等化を行うが、ヘッドの浮上量変動、媒体の不均一性、モータの回転変動などの多くの要因により、アナログのLPFによる完全な等化は難しいので、よりフレキシビリティに富んだディジタルFIRフィルタを用いて、再度Partial Response波形への等化を行う。更にFIRのタップ係数を適応的(Adaptive)に調整する機能も有する。

【0068】

L D P Cデコーダ 322はL D P C符号化されているデータ系列からL D P C符号化前の系列に復元する役割を有する。復号化の方法としては、主に、Sum-Product復号法とmin-Sum復号法があり、復号性能の面ではSum-Product復号法が有利であるが、min-Sum復号法はハードウェアによる実現が容易である特徴を持つ。

【0069】

ソフト出力ディテクタ 320はL D P Cデコーダ 322の入力にソフト値を用いることができる。現在のR/Wチャネルではビタビディテクタが利用されているが、その出力はハード値である。従って、L D P C符号を用いるときはビタビディテクタの代わりにソフト出力ディテクタ 320を用いるのが適切である。ソフト出力ディテクタ 320としては、BCJR (Baum-Cocke-Jelinek-Raviv) やSOVA (Soft-Output Viterbi Algorithm) などがあるが、性能面ではBCJR、ハードウェア実現の容易性ではSOVAがそれぞれ有利である。SOVAは高密度で記録しているために生じる符号間干渉を取り除くために用いられる。

【0070】

SOVAの出力はソフト値であり、(0.71, 0.18, 0.45, 0.45, 0.9)というソフト値が出力されたとする。これらの値は、0である可能性が大きい、1である可能性が大きいかを数値で表している。例えば、1番目の0.71は1である可能性が大きいことを示しており、4番目の0.45は0である可能性が大きい、1である可能性も小さくはないことを意味する。従来のViterbiディテクタの出力はハード値であり、SOVAの出力を硬判定したものである。上記の例の場合、(1, 0, 0, 0, 1)である。ハード値は、0であるか、1であるかのみを表しており、どちらの可能性が高いかという情報が失われている。このためL D P Cデコーダ 322にソフト値を入力する方が復号性能が良くなる。

【0071】

同期信号検出器 321はデータの先頭に付加された同期信号 (Sync Mark) を検出し、データの先頭位置を認識する役割を有する。

【0072】

RLLデコーダ 323はライトチャネル 31のRLLエンコーダ 303の逆操作を行い、元のデータ系列に戻す。

【0073】

デスクランブラ 324はライトチャネル 31のスクランブラ 302の逆操作を行い、元のデータ系列に戻す。ここで生成されたデータはHDCに転送される。

【0074】

L D P C符号を用いる実際の復号操作ではソフト出力ディテクタ (Soft-Output Detector) 320とL D P Cデコーダ 322の間で繰り返し復号を行うことにより、非常に良好な復号性能を得ることができる。このために実際はソフト出力ディテクタ (Soft-Output Detector) 320とL D P Cデコーダ 322を複数段配列した構成が必要になる。

【0075】

図3にその具体化されたブロック図を示す。補間フィルタ (Interpolation Filter) 316からの出力が第1段目のソフト出力ディテクタ #1に読み込まれ、同期信号検出器 (Sync Mark Detector) 321を介してインタリーバ (Interleaver) #1に送られ、第1段目のL D P Cデコーダ #1で復号されてデインタリーバ (Deinterleaver) #1から第2段目のソフト出力ディテクタ #2に送られる。このソフト出力ディテクタ (Soft-Output Detector)、インタリーバ、L D P Cデコーダ及びデインタリーバは繰り返す回数の段数が用意され、極めて大きな回路規模となる。インタリーバおよびデインタリーバはデータの並びを変更する役割を有するので、これを除外しても良い。

【0076】

10

20

30

40

50

次に、図4を参照してこのブロックの動作を説明する。

【0077】

第kセクタのデータ4096ビット(512バイト)と付加された冗長データがソフト出力ディテクタ#1に読み込まれ、インタリーブ#1で並び替えられたビットがLDPCデコーダ#1に入力され復号され、デインタリーブ#1で元の順番に並び替えられる。このデータは、ソフト出力ディテクタ#2に送られる。あとは、同じ操作を繰り返して行う。最初のソフト出力ディテクタ#1には次の第(k+1)セクタのデータ4096ビットと付加された冗長データが順次読み込まれ、同じ動作を繰り返す。しかしながら上述したLDPC符号を用いたR/Wチャンネルでは、第1に、復号性能を上げるために複数段のソフト出力ディテクタ(Soft-Output Detect)とLDPCデコーダが必要であり、これらを1チップの半導体素子に集積化するには回路規模が膨大になり、実現をするのが困難である問題点がある。

10

【0078】

第2に、ソフト出力ディテクタ(Soft-Output Detect)は1ビットずつシリアルに処理を行うので、複数段のソフト出力ディテクタ(Soft-Output Detect)を設けることは繰り返しの回数分だけリードディレイが大きくなる問題点も有る。

【0079】

第3に、LDPC符号の復号方法は原理的に大量のビットエラーを引き起こす可能性があり、通常ハードディスク装置の構成ではHDCでリードソロモン符号で誤り訂正を行うが、このような大量ビットエラーの発生には対処不能となる問題点もある。

20

【0080】

そこで、かかる問題点を更に改良した本発明のR/Wチャンネル3のブロック図を図5に示す。

【0081】

ライトチャンネル31はスクランブラ(Scrambler)302、RLL(Run Length Limited)エンコーダ303、LDPCエンコーダ304、ライトプリコン(Write Precompensation)305、PECLドライバ306などが含まれ、図2の構成と同様であるので、ここでは説明を省略する。

【0082】

リードチャンネル32は可変利得増幅器(VGA)311、ローパスフィルタ(LPF)312、自動利得制御(AGC)317、ディジタル/アナログ変換器(ADC)313、周波数シンセサイザ314、ゼロ相リスタート(Zero Phase Restart)318、アダプティブFIRフィルタ(Adaptive FIR Filter)315、補間フィルタ(Interpolation Filter)316、タイミングコントロール(Timing Control)319、ソフト出力ディテクタ(Soft-Output Detect)320、LDPCデコーダ322、シンプリファイドソフト出力ディテクタ(Simplified Soft-Output Detect)325、同期信号検出器(Sync Mark Detector)321、RLLデコーダ323、デスクランブラ(Describler)324とから構成されている。ソフト出力ディテクタ(Soft-Output Detect)320およびシンプリファイドソフト出力ディテクタ(Simplified Soft-Output Detect)325以外は図2の構成と同様なので説明を省く。なお、LDPCデコーダの前後にインタリーブおよびデインタリーブを設けて、データの配列を変えても良い。

30

40

【0083】

かかるリードチャンネル32では補間フィルタ(Interpolation Filter)316からのソフト値のデータがソフト出力ディテクタ(Soft-Output Detect)320に1ビットずつ入力されて、符号間の干渉を除去してソフト値の出力を行う。ソフト出力ディテクタ(Soft-Output Detect)3

50

20からは1セクタのすべてのデータがパラレルにLDPCデコーダ322に伝えられ、復号化処理される。更に、シンプリファイドソフト出力ディテクタ325はLDPCデコーダ322の出力を用いて等化波形サンプルの予測値を符号間干渉演算手段により計算する働きと、その予測値と等化波形サンプルを用いて信頼度情報演算手段で計算する働きとがある。そしてシンプリファイドソフト出力ディテクタ325とLDPCデコーダ322の間で繰り返し復号処理を行う。

【0084】

シンプリファイドソフト出力ディテクタ325としてはDAE (Decision Aided Equalizer) を用いているが、パラレル処理を行えばこれに限定されない。DAEは既知の手法であり、「Coding and iterative detection for magnetic recording channels, Zining Wu, Kluwer, 2000, ISBN: 0-7923-771」に記載されている。

【0085】

上述したように、図5に示すR/Wチャネル3は次セクタのデータをソフト出力ディテクタ320で処理する間に、LDPCデコーダ322とシンプリファイドソフト出力ディテクタ (Simplified Soft-Output Detector) 325とでパラレルに複数回の繰り返し復号処理を行っている点に特徴がある。シンプリファイドソフト出力ディテクタ (Simplified Soft-Output Detector) 325は符号間干渉演算手段と信頼度情報演算手段とを備え、補間フィルタ (Interpolation Filter) 316からの該当セクタのデータとLDPCデコーダ322からの該当セクタのデータとを用いてLDPCデコーダ322に出力するソフト値の出力 (信頼度情報) を計算する。LDPCデコーダ322とシンプリファイドソフト出力ディテクタ325の間での繰り返し復号処理はパラレル処理を行うので、次セクタのデータがソフト出力ディテクタ320から出力されるまでには終了する。所定回数の繰り返し復号処理が終了後にLDPCデコーダ322からの出力がRLDデコーダ323に入力される。

【0086】

図6にその複数回の繰り返し復号処理のタイミング図を示す。ソフト出力ディテクタ320は1セクタのデータ (冗長ビットを含む) を1ビットずつシリアル処理しか出来ず、すべてのデータを処理するのに時間を要する。第kセクタのデータ系列がソフト出力ディテクタ320からシリアルに出力されると、1セクタのすべてのデータを同時にインタリバー、LDPCデコーダ322、デインタリバーおよびシンプリファイドソフト出力ディテクタ325でパラレル処理する。従って、次の第(k+1)セクタのデータがソフト出力ディテクタ320でシリアルに出力される期間に複数回 (図6では5回) の繰り返し復号を行い、処理結果を同時に出力できる。

【0087】

この複数回の繰り返し復号処理はソフト出力ディテクタ320で次のセクタのデータをシリアルに処理する期間を利用して行うことにより、LDPCデコーダ322およびシンプリファイドソフト出力ディテクタ325を複数段設けなくとも良く、1段で同じ回路を共有でき回路規模を大幅に削減でき、集積回路として1チップ化できる利点を有する。また、複数回の繰り返し復号処理を次のセクタのデータの読み込み時にパラレルに処理するので、リードディレイタイムを大幅に短縮することができる。

【0088】

図7を参照してこの複数回の繰り返し復号処理の具体例を説明する。この図ではデータの流れを具体的に分かりやすく示したもので、実際に存在しない数値も説明のために示している。

【0089】

第1行目は、記録媒体に記録されたデータ系列である。今、PR (Partial Response) 方式の伝達関数を

$$(1 - D^2)(2 + 2D + D^2) = 2 + 2D - D^2 - 2D^3 - D^4$$

とし、ライトデータ系列を a_k で表すと、第2行目に示す理想等化波形サンプル c_k は $c_k = 2a_k + 2a_{k-1} - a_{k-2} - 2a_{k-3} - a_{k-4}$ で計算できる。ここで k はビット順序を示し、 $k-1$ は第 k 番目のビットより1つ前のビットを示している。

【0090】

しかしながら、実際の等化波形サンプルはノイズの影響を受けており、第3行目のようなデータ系列になる。この等化波形サンプルは前述したようにソフト出力ディテクタで処理されて既知の量の符号間干渉による波形干渉が取り除かれて、ライトデータ系列 a_k が復元される。ソフト出力ディテクタのソフト値の出力（SOD出力）が第4行目であり、硬判定値（実際には存在しないが）が第5行目である。この例では硬判定値の下線を付した9ビットがライトデータと異なっており、誤りビットである。従って、本発明のLDPC符号による符号化や繰り返し復号処理を行わない場合はこれが最終の出力となり、大量のエラーが発生することを示している。

【0091】

本発明では、ソフト出力ディテクタ320の出力（ソフト値）はLDPCデコーダに入力され、LDPC符号による誤り訂正を行う。LDPCデコーダの出力はLDPC1出力として第6行目に示す。誤ったビットは下線を付した2ビットに減少する。

【0092】

次に、このソフト出力ディテクタ320の出力はシンプリファイドソフト出力ディテクタ325に送られてDAEにより処理される。ここではLDPC1出力を用いて前述した伝達関数に基づいて等化波形サンプルの予測値を計算し、これと前述した実際の等化波形サンプルを用いて信頼度情報を計算してDAE1出力として第7行目のデータをソフト値で出力する。説明の為にDAE1出力の硬判定値を第8行目に示す。1回目の復号処理ではノイズの影響を強く受けている等化波形サンプルを用いて処理するので、下線を示すように誤りビットが4に増加している。DAE1出力（ソフト値）はLDPCデコーダ322で復号されて、第9行目に示すようにLDPC2出力を出力する。ここでは誤り訂正されて、誤りビットは下線の2ビットに減る。

【0093】

更に、LDPC2出力を用いてシンプリファイドソフト出力ディテクタ325に送られて同様にDAEにより処理される。これにより第10行目に示すDAE2出力がソフト値で出力され、第11行目に示すDAE2出力（硬判定値）から明らかなように誤りビットがすべて訂正される。従って、LDPC3出力にも誤りビットが無くなる。

【0094】

このようにLDPCデコーダによる復号とシンプリファイドソフト出力ディテクタでのDAE処理を繰り返すことで、誤りビットを訂正することが可能となる。

【0095】

更に、シンプリファイドソフト出力ディテクタ325でDAE処理される具体的な演算方法を説明する。図7の右から7番目のDAE1出力19、34の計算方法について説明する。計算に使用する情報は、以下のように時点 $k \sim (k+4)$ の等化波形サンプルと時点 $(k-4) \sim (k-1)$ および $(k+1) \sim (k+4)$ のLDPC1出力である。

このときの情報を図7から抜き出すと以下の表に示される。

【0096】

【表1】

時点	k-4	k-3	k-2	k-1	k	k+1	k+2	k+3	k+4
等化波形サンプル					0.73	-0.05	-0.36	-0.38	0.81
LDPC1出力	1	0	1	0		0	0	1	1

【0097】

DAE出力は次式で計算する。

【0098】

【数1】

$$\lambda_k = \ln \frac{\prod_{i=k}^{k+4} p(y_i | x_k = 1, \hat{x}_{k-4}, \Lambda, \hat{x}_{k-1}, \hat{x}_{k+1}, \Lambda, \hat{x}_{k+4})}{\prod_{i=k}^{k+4} p(y_i | x_k = 0, \hat{x}_{k-4}, \Lambda, \hat{x}_{k-1}, \hat{x}_{k+1}, \Lambda, \hat{x}_{k+4})} \quad 10$$

 y_k : 等化波形サンプル \hat{x}_k : LDPC 1 出力 x_k : ライトデータ

20

【0099】

まず、分子で $i = k$ のときの項

【0100】

【数2】

$$p(y_k | x_k = 1, \hat{x}_{k-4}, \Lambda, \hat{x}_{k-1}, \hat{x}_{k+1}, \Lambda, \hat{x}_{k+4}) \quad 30$$

【0101】

を求める。これは、

【0102】

【数3】

$$x_k = 1, \hat{x}_{k-4}, \Lambda, \hat{x}_{k-1}, \hat{x}_{k+1}, \Lambda, \hat{x}_{k+4}$$

40

【0103】

のときに等化波形サンプルが x_k となる確率である。今、

【0104】

【数4】

$$x_k = 1, \hat{x}_{k-1} = 0, \hat{x}_{k-2} = 1, \hat{x}_{k-3} = 0, \hat{x}_{k-4} = 1$$

50

【0105】

であるので、PR方式の伝達関数から予測される等化波形サンプルは0である。ノイズとして平均0、分散 σ^2 の加法性白色ガウス雑音を仮定すると、

【0106】

【数5】

$$p(y_k | x_k = 1, \hat{x}_{k-4}, \Lambda, \hat{x}_{k-1}, \hat{x}_{k+1}, \Lambda, \hat{x}_{k+4}) = \frac{\exp\left(-\frac{(0.73-0)^2}{2\sigma^2}\right)}{\sqrt{2\sigma^2}} \quad 10$$

【0107】

となる。同様にして、分子、分母の全ての項を求めると次のようになる。

【0108】

【数6】

$$p(y_{k+1} | x_{k+1} = 1, \hat{x}_{k-4}, \Lambda, \hat{x}_{k-1}, \hat{x}_{k+1}, \Lambda, \hat{x}_{k+4}) = \frac{\exp\left(-\frac{(-0.05-0)^2}{2\sigma^2}\right)}{\sqrt{2\sigma^2}} \quad 20$$

【0109】

【数7】

$$p(y_{k+2} | x_{k+2} = 0, \hat{x}_{k-4}, \Lambda, \hat{x}_{k-1}, \hat{x}_{k+1}, \Lambda, \hat{x}_{k+4}) = \frac{\exp\left(-\frac{(-0.36-(-1))^2}{2\sigma^2}\right)}{\sqrt{2\sigma^2}} \quad 30$$

【0110】

【数8】

$$p(y_{k+3} | x_{k+3} = 1, \hat{x}_{k-4}, \Lambda, \hat{x}_{k-1}, \hat{x}_{k+1}, \Lambda, \hat{x}_{k+4}) = \frac{\exp\left(-\frac{(-0.38-0)^2}{2\sigma^2}\right)}{\sqrt{2\sigma^2}} \quad 40$$

【0111】

【数9】

$$p(y_{k+4} | x_{k+4} = 1, \hat{x}_{k-4}, \Lambda, \hat{x}_{k-1}, \hat{x}_{k+1}, \Lambda, \hat{x}_{k+4}) = \frac{\exp\left(-\frac{(0.81-3)^2}{2\sigma^2}\right)}{\sqrt{2\sigma^2}}$$

【 0 1 1 2 】

【 数 1 0 】

10

$$p(y_k | x_k = 0, \hat{x}_{k-4}, \Lambda, \hat{x}_{k-1}, \hat{x}_{k+1}, \Lambda, \hat{x}_{k+4}) = \frac{\exp\left(-\frac{(0.73-(-2))^2}{2\sigma^2}\right)}{\sqrt{2\sigma^2}}$$

【 0 1 1 3 】

【 数 1 1 】

20

$$p(y_{k+1} | x_{k+1} = 0, \hat{x}_{k-4}, \Lambda, \hat{x}_{k-1}, \hat{x}_{k+1}, \Lambda, \hat{x}_{k+4}) = \frac{\exp\left(-\frac{(-0.05-(-2))^2}{2\sigma^2}\right)}{\sqrt{2\sigma^2}}$$

【 0 1 1 4 】

【 数 1 2 】

30

$$p(y_{k+2} | x_{k+2} = 0, \hat{x}_{k-4}, \Lambda, \hat{x}_{k-1}, \hat{x}_{k+1}, \Lambda, \hat{x}_{k+4}) = \frac{\exp\left(-\frac{(-0.36-(-1))^2}{2\sigma^2}\right)}{\sqrt{2\sigma^2}}$$

【 0 1 1 5 】

【 数 1 3 】

40

$$p(y_{k+3} | x_{k+3} = 0, \hat{x}_{k-4}, \Lambda, \hat{x}_{k-1}, \hat{x}_{k+1}, \Lambda, \hat{x}_{k+4}) = \frac{\exp\left(-\frac{(-0.38-2)^2}{2\sigma^2}\right)}{\sqrt{2\sigma^2}}$$

【 0 1 1 6 】

【 数 1 4 】

$$p(y_{k+4} | x_{k+4} = 0, \hat{x}_{k-4}, \Lambda, \hat{x}_{k-1}, \hat{x}_{k+1}, \Lambda, \hat{x}_{k+4}) = \frac{\exp\left(-\frac{(-0.81-4)^2}{2\sigma^2}\right)}{\sqrt{2\sigma^2}}$$

【0117】

以上から、

【0118】

【数15】

10

$$\lambda_k = \ln \frac{\exp\left(-\frac{0.73^2 + 0.05^2 + 1.64^2 + 0.38^2 + 2.19^2}{2\sigma^2}\right)}{\exp\left(-\frac{2.73^2 + 1.95^2 + 0.64^2 + 2.38^2 + 3.19^2}{2\sigma^2}\right)}$$

$$= \frac{1}{2\sigma^2} \times 19.34$$

20

【0119】

となる。

【0120】

【数16】

30

$$\frac{1}{2\sigma^2} = 1$$

40

【0121】

とすると、19.34が得られる。

【0122】

このようにシンプリファイドソフト出力ディテクタでのDAEにおける演算は、LDPC出力を用いて等化波形サンプルの予測値を演算する部分と、その予測値と等化波形サンプルを用いて信頼度情報(DAE出力)を演算する部分に大きく分けられる。実際にはこの両方の演算は同時に行われている。

本発明の第2の実施の形態

50

LDPC符号を用いた復号方法では、原理的に大量のビットエラーを引き起こす可能性があることは既に述べた。この大量のビットエラーが発生する可能性があるのは次の2つの場合である。

▲1▼ LDPCデコーダ322で訂正不可能となった場合

▲2▼ LDPCデコーダ322で誤訂正した場合

前者の場合、ビットエラー数は不明であるが、エラーが発生していることは分かる。この場合にはLDPCデコーダ322の出力は捨てて、ソフト出力ディテクタ320の出力の硬判定値をRLLデコーダ323に渡す。

【0123】

後者の場合、エラーが発生していることすら不明である。この場合に大量のビットエラーが発生していると、HDCにおけるリードソロモン(RS)符号で誤りが検出され、リトライ処理に入る。リトライ処理で誤りが訂正されない場合にはソフト出力ディテクタ320の出力の硬判定値をRLLデコーダ323に渡す。

【0124】

以上の手法で、LDPCデコーダ322による大量エラーによりリード不可能となることをある程度は防ぐことができる。しかしながらLDPCデコーダ322で大量のエラーが発生するときには、ソフト出力ディテクタ320の出力の硬判定値においても多くのエラーが存在する可能性が高い。この問題に対する対策は不可欠となる。

【0125】

図8を参照して、1セクタを分割しない場合と1セクタを8分割した場合とを対比して説明する。

【0126】

1セクタを分割しないでLDPCデコーダ322で復号した場合、×印のビットエラーが発生したと仮定する。LDPCデコーダ322で誤り検出をされた場合はソフト出力ディテクタ320の出力の硬判定値を最終出力とするが、ソフト出力ディテクタ320の出力にも多くのビットエラーが存在することが多く、HDCのリードソロモン(RS)符号による誤り訂正で訂正不能になる可能性が高い。

【0127】

そこで、1セクタを8つのブロックに分割した場合を考える。ライト時は、それぞれのブロック毎にLDPCエンコーダ304でLDPC符号化を行い、リード時における復号もそれぞれのブロックで行う。このためLDPC符号の復号処理で誤りを訂正できなかった図示するブロックのみソフト出力ディテクタ320の出力の硬判定値を用いる。また、他のブロックはLDPC符号の復号処理が正しく行われており、1セクタ全体でのエラービット数は小さく抑えることができる。従って、HDCのリードソロモン(RS)符号による誤り訂正で訂正可能になる可能性が高くなる。なお、1セクタは複数のブロックに分割すれば、その効果が得られ、8ブロックの場合はビット数は(4096ビット+冗長ビット)/8に減るので、リードソロモン(RS)符号による誤り訂正も有効に行える。なお、分割されるブロックは8に限定されず、複数のブロックでも同様の効果が得られる。例えば、4ブロックでも良い。

本発明の第3の実施の形態

更に、復号性能を高めるためにインタリーバ(Intertleaver)およびデインタリーバ(De-Intertleaver)を導入することもできる。

【0128】

図9を参照すると、ライト時にはLDPCエンコーダ304の前に、リード時にはLDPCデコーダ322の前にインタリーバ307、326を設ける。インタリーバとしてはS-Random Intertleaver、Block Intertleaverなどが挙げられる。またデインタリーバ308、327はライト時にはLDPCエンコーダ304の後に、リード時にはLDPCデコーダ322の後に設けられる。図9で示した他の構成は図5の構成と同じであるので、説明を省略する。インタリーバ307、326とデインタリーバ308、327は逆操作を行い、データ系列の並びを変換する働きがある。

【0129】

L D P C 符号には最初からインタリーブと同様の効果があるために、1セクタ分と同じ長さのL D P C 符号を冗長ビットに用いる場合には、インタリーブの導入による復号性能を改善する効果は小さい。

【0130】

しかし、前述した本発明の第2の実施の形態のように1セクタを複数のブロックに分割してブロック単位でL D P C 符号化を行う場合には、インタリーブ307、326を導入することによりソフト出力ディテクタ320およびシンプリファイドソフト出力ディテクタ325で発生するビットエラーを各ブロックに分散させる効果がある。このためにビットエラーが特定のブロックに集中せず、また各ブロックでのビットエラーの数も少ないので、復号性能改善効果が非常に大きい。これは実質的にL D P C 符号の符号長を大きくしたのと同じ効果があるものと考えられる。

10

【0131】

以上に詳述した本発明の実施の形態では、磁気ディスク装置に適用する場合について説明をしたが、本発明は、光ディスク装置、光磁気ディスク装置等の記録担体としてディスクを用いる記録再生装置に適用できる。

【0132】

【発明の効果】

本発明によれば、L D P C 符号による冗長ビットにより誤り訂正を行ってデータに復号処理を複数回繰り返すことで復号性能の高いデータの復号化方法を実現できる。

20

【0133】

また、本発明によれば、データの符号間干渉の除去はシリアル処理し、次のデータが読み込まれる間に前記データは複数回の復号処理をパラレル処理することによりリードディレイタイムを大幅に短縮できる。

【0134】

更に、本発明によれば、ソフト出力ディテクタのソフト値の出力をL D P C デコーダでL D P C 符号による冗長ビットにより誤り訂正を行い、L D P C デコーダの出力をL D P C デコーダとシンプリファイドソフト出力ディテクタで複数回繰り返して復号して誤り訂正を行うので、復号性能が高い。

【0135】

更に、本発明によれば、ソフト出力ディテクタでのデータの符号間干渉の除去はシリアル処理し、次のデータがソフト出力ディテクタに読み込まれる期間にデータをL D P C デコーダおよびシンプリファイドソフト出力ディテクタ間で複数回の復号処理をパラレルに行うことで、リードディレイタイムをソフト出力ディテクタに読み込まれる期間まで短縮できる。

30

【0136】

更に、本発明によれば、シンプリファイドソフト出力ディテクタではL D P C デコーダの出力より等化波形サンプルの予測値を演算し、予測値と実際の前記等化波形サンプルを用いて信頼度情報を演算して誤り訂正を行うことで、誤り訂正を複数回の復号処理で確実に実現できる。

40

【0137】

更に、本発明によれば、前記データは1セクタのデータを複数に分割したブロックで復号処理を行うので、L D P C 符号特有の大量エラーの発生も防止できる。

【0138】

更に、本発明によれば、L D P C デコーダの前後にインタリーブおよびデインタリーブを設け、ビットエラーを各ブロックに分散することで、大量エラーが各ブロックに集中して発生せず、誤り訂正が確実に行える。

【0139】

更に、本発明によれば、L D P C デコーダの出力をL D P C デコーダとシンプリファイドソフト出力ディテクタで複数回繰り返して復号して誤り訂正を行うリードチャンネルを実現で

50

きるので、LDPCデコーダおよびシンプリファイドソフト出力ディテクタを共有でき、リード/ライトチャネルを1チップの集積回路で実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明および現行のディスク装置の構成を説明するブロック図である。

【図 2】本発明による L D P C 符号を用いたディスク装置の R/W チャンネルの構成を説明するブロック図である。

【図 3】本発明による LDPC 符号により繰り返し復号処理を行う R/W チャンネルの具体例を説明するブロック図である。

【図 4】本発明による図 3 に示す R/W チャンネルの動作を説明するタイミング図である。

【図5】本発明による改良されたR/Wチャネルの構成を説明するブロック図である。

【図 6】本発明による改良された R/W チャネルの動作を説明するタイミング図である。

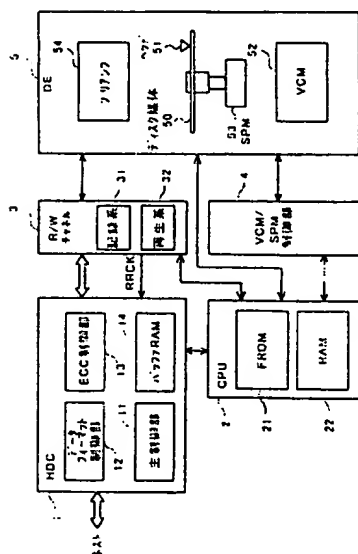
【図 7】本発明による改良された R/W チャンネルの複数回の繰返し復号処理を説明するデータ図である。

【図 8】本発明による第 2 の実施の形態でのデータ系列を説明する特性図である。

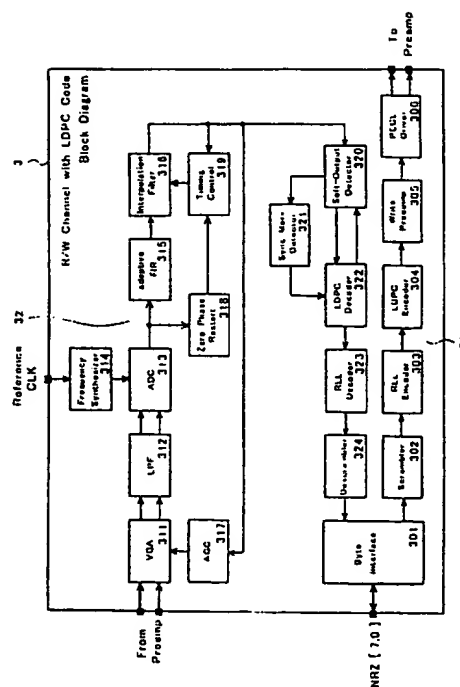
【図 9】本発明による第 3 の実施の形態に用いる R/W チャンネルの構成を説明するブロック図である。

【図 10】従来のディスク装置に用いられる R/W チャンネルの構成を説明するブロック図である。

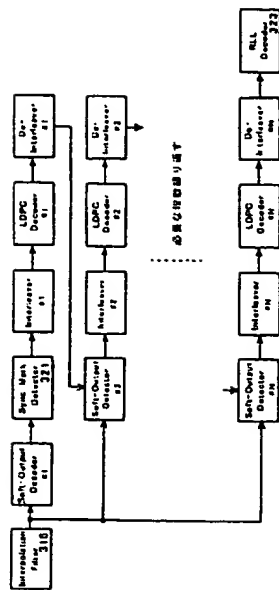
【圖 1】



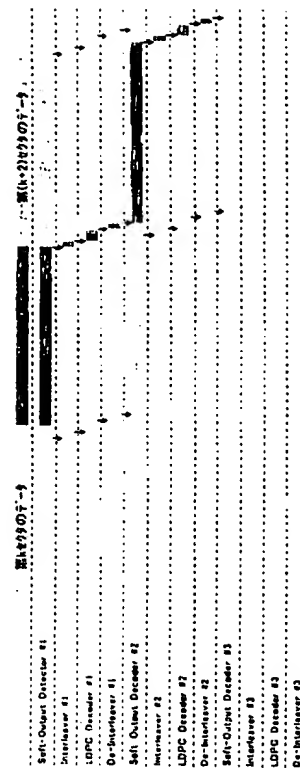
【圖 2】



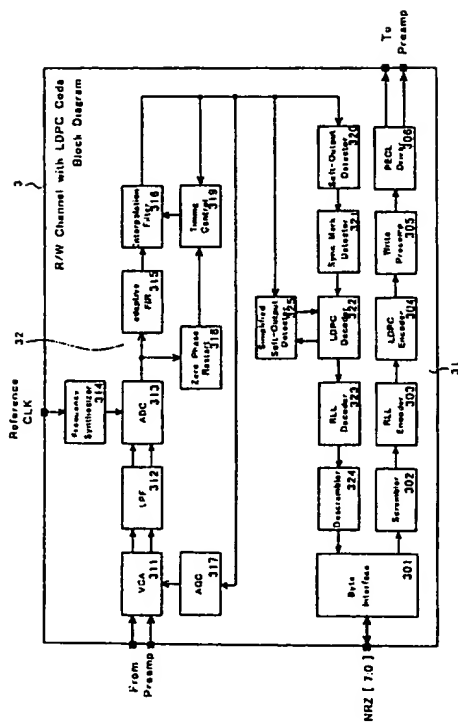
【 图 3 】



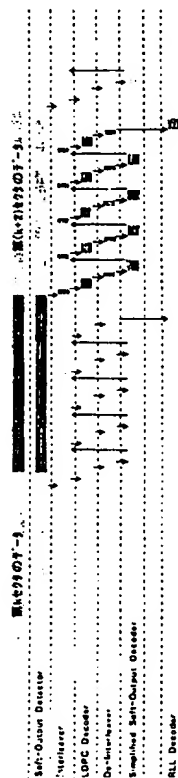
【 図 4 】



【 5 】



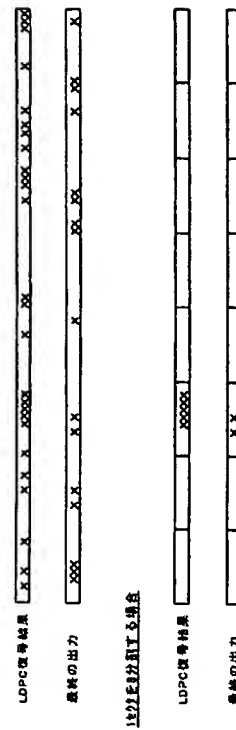
【图 6】



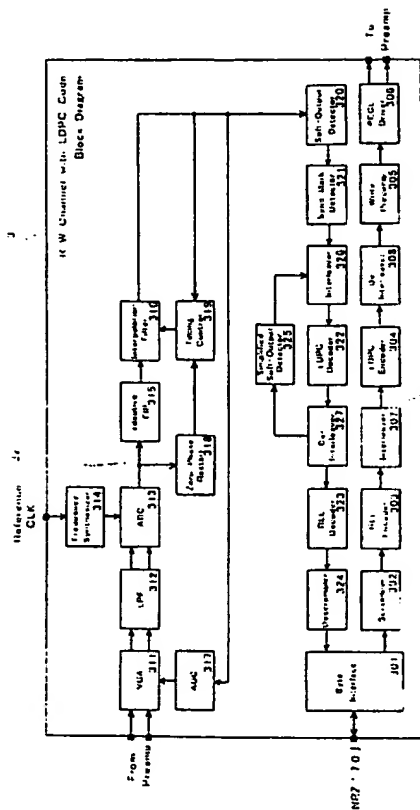
【 7 】

項目	1980年	1981年	1982年	1983年	1984年	1985年	1986年	1987年	1988年	1989年	1990年	1991年	1992年	1993年	1994年	1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	2026年	2027年	2028年	2029年	2030年	2031年	2032年	2033年	2034年	2035年	2036年	2037年	2038年	2039年	2040年	2041年	2042年	2043年	2044年	2045年	2046年	2047年	2048年	2049年	2050年	2051年	2052年	2053年	2054年	2055年	2056年	2057年	2058年	2059年	2060年	2061年	2062年	2063年	2064年	2065年	2066年	2067年	2068年	2069年	2070年	2071年	2072年	2073年	2074年	2075年	2076年	2077年	2078年	2079年	2080年	2081年	2082年	2083年	2084年	2085年	2086年	2087年	2088年	2089年	2090年	2091年	2092年	2093年	2094年	2095年	2096年	2097年	2098年	2099年	2100年	2101年	2102年	2103年	2104年	2105年	2106年	2107年	2108年	2109年	2110年	2111年	2112年	2113年	2114年	2115年	2116年	2117年	2118年	2119年	2120年	2121年	2122年	2123年	2124年	2125年	2126年	2127年	2128年	2129年	2130年	2131年	2132年	2133年	2134年	2135年	2136年	2137年	2138年	2139年	2140年	2141年	2142年	2143年	2144年	2145年	2146年	2147年	2148年	2149年	2150年	2151年	2152年	2153年	2154年	2155年	2156年	2157年	2158年	2159年	2160年	2161年	2162年	2163年	2164年	2165年	2166年	2167年	2168年	2169年	2170年	2171年	2172年	2173年	2174年	2175年	2176年	2177年	2178年	2179年	2180年	2181年	2182年	2183年	2184年	2185年	2186年	2187年	2188年	2189年	2190年	2191年	2192年	2193年	2194年	2195年	2196年	2197年	2198年	2199年	2200年	2201年	2202年	2203年	2204年	2205年	2206年	2207年	2208年	2209年	2210年	2211年	2212年	2213年	2214年	2215年	2216年	2217年	2218年	2219年	2220年	2221年	2222年	2223年	2224年	2225年	2226年	2227年	2228年	2229年	2230年	2231年	2232年	2233年	2234年	2235年	2236年	2237年	2238年	2239年	2240年	2241年	2242年	2243年	2244年	2245年	2246年	2247年	2248年	2249年	2250年	2251年	2252年	2253年	2254年	2255年	2256年	2257年	2258年	2259年	2260年	2261年	2262年	2263年	2264年	2265年	2266年	2267年	2268年	2269年	2270年	2271年	2272年	2273年	2274年	2275年	2276年	2277年	2278年	2279年	2280年	2281年	2282年	2283年	2284年	2285年	2286年	2287年	2288年	2289年	2290年	2291年	2292年	2293年	2294年	2295年	2296年	2297年	2298年	2299年	2300年	2301年	2302年	2303年	2304年	2305年	2306年	2307年	2308年	2309年	2310年	2311年	2312年	2313年	2314年	2315年	2316年	2317年	2318年	2319年	2320年	2321年	2322年	2323年	2324年	2325年	2326年	2327年	2328年	2329年	2330年	2331年	2332年	2333年	2334年	2335年	2336年	2337年	2338年	2339年	2340年	2341年	2342年	2343年	2344年	2345年	2346年	2347年	2348年	2349年	2350年	2351年	2352年	2353年	2354年	2355年	2356年	2357年	2358年	2359年	2360年	2361年	2362年	2363年	2364年	2365年	2366年	2367年	2368年	2369年	2370年	2371年	2372年	2373年	2374年	2375年	2376年	2377年	2378年	2379年	2380年	2381年	2382年	2383年	2384年	2385年	2386年	2387年	2388年	2389年	2390年	2391年	2392年	2393年	2394年	2395年	2396年	2397年	2398年	2399年	2400年	2401年	2402年	2403年	2404年	2405年	2406年	2407年	2408年	2409年	2410年	2411年	2412年	2413年	2414年	2415年	2416年	2417年	2418年	2419年	2420年	2421年	2422年	2423年	2424年	2425年	2426年	2427年	2428年	2429年	2430年	2431年	2432年	2433年	2434年	2435年	2436年	2437年	2438年	2439年	2440年	2441年	2442年	2443年	2444年	2445年	2446年	2447年	2448年	2449年	2450年	2451年	2452年	2453年	2454年	2455年	2456年	2457年	2458年	2459年	2460年	2461年	2462年	2463年	2464年	2465年	2466年	2467年	2468年	2469年	2470年	2471年	2472年	2473年	2474年	2475年	2476年	2477年	2478年	2479年	2480年	2481年	2482年	2483年	2484年	2485年	2486年	2487年	2488年	2489年	2490年	2491年	2492年	2493年	2494年	2495年	2496年	2497年	2498年	2499年	2500年	2501年	2502年	2503年	2504年	2505年	2506年	2507年	2508年	2509年	2510年	2511年	2512年	2513年	2514年	2515年	2516年	2517年	2518年	2519年	2520年	2521年	2522年	2523年	2524年	2525年	2526年	2527年	2528年	2529年	2530年	2531年	2532年	2533年	2534年	2535年	2536年	2537年	2538年	2539年	2540年	2541年	2542年	2543年	2544年	2545年	2546年	2547年	2548年	2549年	2550年	2551年	2552年	2553年	2554年	2555年	2556年	2557年	2558年	2559年	2560年	2561年	2562年	2563年	2564年	2565年	2566年	2567年	2568年	2569年	2570年	2571年	2572年	2573年	2574年	2575年	2576年	2577年	2578年	2579年	2580年	2581年	2582年	2583年	2584年	2585年	2586年	2587年	2588年	2589年	2590年	2591年	2592年	2593年	2594年	2595年	2596年	2597年	2598年	2599年	2600年	2601年	2602年	2603年	2604年	2605年	2606年	2607年	2608年	2609年	2610年	2611年	2612年	2613年	2614年	2615年	2616年	2617年	2618年	2619年	2620年	2621年	2622年	2623年	2624年	2625年	2626年	2627年	2628年	2629年	2630年	2631年	2632年	2633年	2634年	2635年	2636年	2637年	2638年	2639年	2640年	2641年	2642年	2643年	2644年	2645年	2646年	2647年	2648年	2649年	2650年	2651年	2652年	2653年	2654年	2655年	2656年	2657年	2658年	2659年	2660年	2661年	2662年	2663年	2664年	2665年	2666年	2667年	2668年	2669年	2670年	2671年	2672年	2673年	2674年	2675年	2676年	2677年	2678年	2679年	2680年	2681年	2682年	2683年	2684年	2685年	2686年	2687年	2688年	2689年	2690年	2691年	2692年	2693年	2694年	2695年	2696年	2697年	2698年	2699年	2700年	2701年	2702年	2703年	2704年	2705年	2706年	2707年	2708年	2709年	2710年	2711年	2712年	2713年	2714年	2715年	2716年	2717年	2718年	2719年	2720年	2721年	2722年	2723年	2724年	2725年	2726年	2727年	2728年	2729年	2730年	2731年	2732年	2733年	2734年	2735年	2736年	2737年	2738年	2739年	2740年	2741年	2742年	2743年	2744年	2745年	2746年	2747年	2748年	2749年	2750年	2751年	2752年	2753年	2754年	2755年	2756年	2757年	2758年	2759年	2760年	2761年	2762年	2763年	2764年	2765年	2766年	2767年	2768年	2769年	2770年	2771年	2772年	2773年	2774年	2775年	2776年	2777年	2778年	2779年	2780年	2781年	2782年	2783年	2784年	2785年	2786年	2787年	2788年	2789年	2790年	2791年	2792年	2793年	2794年	2795年	2796年	2797年	2798年	2799年	2800年	2801年	2802年	2803年	2804年	2805年	2806年	2807年	2808年	2809年	2810年	2811年	2812年	2813年	2814年	2815年	2816年	2817年	2818年	2819年	2820年	2821年	2822年	2823年	2824年	2825年	2826年	2827年	2828年	2829年	2830年	2831年	2832年	2833年	2834年	2835年	2836年	2837年	2838年	2839年	2840年	2841年	2842年	2843年	2844年	2845年	2846年	2847年	2848年	2849年	2850年	2851年	2852年	2853年	2854年	2855年	2856年	2857年	2858年	2859年	2860年	2861年	2862年	2863年	2864年	2865年	2866年	2867年	2868年	2869年	2870年	2871年	2872年	2873年	2874年	2875年	2876年	2877年	2878年	2879年	2880年	2881年	2882年	2883年	2884年	2885年	2886年	2887年	2888年	2889年	2890年	2891年	2892年	2893年	2894年	2895年	2896年	2897年	2898年	2899年	2900年	2901年	2902年	2903年	2904年	2905年	2906年	2907年	2908年	2909年	2910年	2911年	2912年	2913年	2914年	2915年	2916年	2917年	2918年	2919年	2920年	2921年	2922年	2923年	2924年	2925年	2926年	2927年	2928年	2929年	2930年	2931年	2932年	2933年	2934年	2935年	2936年	2937年	2938年	2939年	2940年	2941年	2942年	2943年	2944年	2945年	2946年	2947年	2948年	2949年	2950年	2951年	2952年	2953年	2954年	2955年	2956年	2957年	2958年	2959年	2960年	2961年	2962年	2963年	2964年	2965年	2966年	2967年	2968年	2969年	2970年	2971年	2972年	2973年	2974年	2975年	2976年	2977年	2978年	2979年	2980年	2981年	2982年	2983年	2984年	2985年	2986年	2987年	2988年	2989年	2990年	2991年	2992年	2993年	2994年	2995年	2996年	2997年	2998年	2999年	3000年
----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

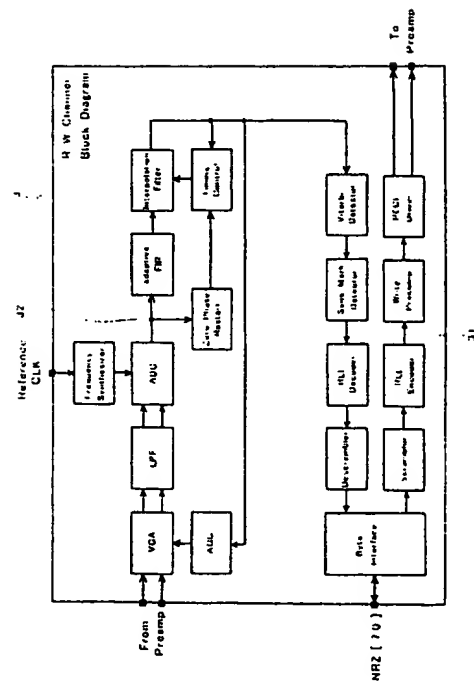
【 8 】



【圖 9】



【 10 】



フロントページの続き(51)Int.Cl.⁷

F I

テーマコード (参考)

G 1 1 B 20/18 5 7 2 F

G 1 1 B 20/10 3 2 1 ㄩ

G 1 1 B 20/10 3 4 1 B

H 0 3 M 13/19

H 0 3 M 13/39